

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-260434

(43) 公開日 平成 6 年 (1994) 9 月 16 日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 L 21/205

C 2 3 C 16/50

// C 2 3 C 16/44

7325-4K

D 7325-4K

審査請求 有 請求項の数 2 F D (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平5-71213

(22) 出願日 平成 5 年 (1993) 3 月 4 日

(71) 出願人 000003942

日新電機株式会社

京都府京都市右京区梅津高畝町47番地

(72) 発明者 大谷 聡

京都府京都市右京区梅津高畝町47番地 日

新電機株式会社内

(72) 発明者 村上 浩

京都府京都市右京区梅津高畝町47番地 日

新電機株式会社内

(72) 発明者 桐村 浩哉

京都府京都市右京区梅津高畝町47番地 日

新電機株式会社内

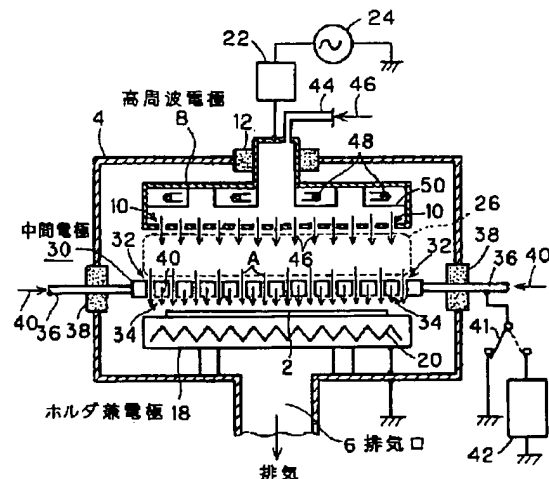
(74) 代理人 弁理士 山本 恵二

(54) 【発明の名称】 プラズマCVD装置

(57) 【要約】

【目的】 基板表面および膜表面へのダメージの軽減、膜の組成比の制御、プラズマの安定性の向上、成膜速度の向上および基板に付着するパーティクルの抑制を可能にしたプラズマCVD装置を提供する。

【構成】 高周波電極8とホルダ兼電極18との間に、多数の貫通孔32と下面に多数のガス噴出孔34とを有する中間電極30を設け、この中間電極30と高周波電極8との間に高周波電源24から高周波電力を供給するようにした。また、排気口6をホルダ兼電極18の裏側に位置するように設けた。そして、高周波電極8内に、原料ガスを除く全てのガス46を導入してそれをガス噴出孔10から噴出させ、かつ中間電極30内に、原料ガスまたはそれと希釈ガスとの混合ガス40を導入してそれをガス噴出孔34から噴出させるようにした。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 真空排気される真空容器と、この真空容器内に収納されていて、内部にガスが導入されかつ下面にそのガスを噴出させる多数のガス噴出孔を有する高周波電極と、前記真空容器内に高周波電極に対向するように収納されていて、基板を載せるホルダを兼ねるホルダ兼電極とを備えるプラズマCVD装置において、内部にガスが導入されるものであって、上下に貫通している多数の貫通孔と前記ホルダ兼電極側の面に当該ガスを噴出させる多数のガス噴出孔とを有する中間電極を、前記高周波電極とホルダ兼電極との間に、両電極間の空間を仕切るように設け、この中間電極と高周波電極との間に高周波電力を供給するようにし、しかも前記真空容器内を真空排気するための排気口を前記ホルダ兼電極の裏側に位置するように設け、かつ前記高周波電極内に、膜を形成する原料となる原料ガスを除く全てのガスを導入してそれを当該電極のガス噴出孔から噴出させ、かつ前記中間電極内に、原料ガスまたはそれと希釈ガスとの混合ガスを導入してそれを当該電極のガス噴出孔から噴出させるようにしたことを特徴とするプラズマCVD装置。

【請求項2】 前記中間電極を真空容器から電気的に絶縁して設け、かつこの中間電極に前記ホルダ兼電極に対して直流のバイアス電圧を印加する電圧可変のバイアス電源を設けた請求項1記載のプラズマCVD装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、例えば液晶ディスプレイの薄膜トランジスタ、太陽電池等の半導体デバイスの半導体薄膜層や絶縁体薄膜層の形成等に使用されるプラズマCVD装置に関し、より具体的には、高速成膜、膜の組成比の制御、パーティクルの抑制、基板へのダメージの軽減等を可能にする手段に関する。

【0002】

【従来の技術】 この種のプラズマCVD装置の従来例を図3に示す。このプラズマCVD装置は、いわゆる平行平板型の装置であり、図示しない真空排気装置によって真空排気される真空容器4内に、高周波電極8とホルダ兼電極18とを対向させて収納している。高周波電極8は絶縁物12によって真空容器4から絶縁されている。ホルダ兼電極18は接地されている。ホルダ兼電極18上には、成膜しようとする基板2が載せられる。基板2は例えばホルダ兼電極18内のヒータ20によって加熱される。

【0003】 高周波電極8は、そこに導入される混合ガス14を真空容器4内に噴出させる多数のガス噴出孔10をその下面に有している。

【0004】 この混合ガス14には、従来は成膜に用いる全てのガス、即ち膜を形成する原料となる原料ガス、この原料ガスと反応させる反応ガスおよびこれらのガスを希釈する希釈ガスが含まれている。例えば、基板2上

に $a-Si$ の半導体薄膜層を形成する場合、原料ガスは $SiH_4$ 、希釈ガスは $H_2$ であり、反応ガスは不要である。基板2上に $a-Si_3N_4$ や $a-SiO_2$ の絶縁薄膜層を形成する場合、原料ガスは $SiH_4$ 、反応ガスは $N_2$ 、 $NH_3$ あるいは $O_2$ 、希釈ガスは $H_2$ である。

【0005】 高周波電極8とホルダ兼電極18間には、マッチングボックス22を介して高周波電源24から例えば13.56MHzの高周波電力が供給される。

【0006】 このような装置において、真空容器4内に上記のような混合ガス14を導入して真空容器4内を例えば数百mTorr程度にすると共に、高周波電極8に高周波電源24から高周波電力を供給すると、高周波電極8とホルダ兼電極18間で高周波放電が生じてプラズマ26が発生する。その際、マッチングボックス22内には一般的にブロッキングコンデンサが含まれているので、そこに電子が溜まり、高周波電極8は負に帯電する。すると、プラズマ26中の正イオンが高周波電極8に向かって加速されて高周波電極8に衝突し、これによって電子が生成されてこの電子がプラズマ26を持続するように働く。

【0007】 上記のようにして、プラズマ26によって混合ガス14中の原料ガスが励起されて励起活性種が作られ、化学反応が進み、基板2の表面に所望の膜、例えば前述したような $a-Si$ 、 $a-Si_3N_4$ 、 $a-SiO_2$ 等の膜が形成される。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、上記プラズマCVD装置においては、次のような問題がある。

【0009】 ① 基板2をプラズマ26が作られるプラズマ発生領域内に設置しているので、基板2の表面または基板2上の膜の表面にプラズマ26によるダメージが生じる。

【0010】 ② 多数の反応種がプラズマ26中に存在することになり、その中の特定の反応種を増やすという反応種の割合の制御が困難であるため、膜の組成比や成膜速度の制御が困難である。

【0011】 ③ 原料ガスを含めた全てのガスを高周波電極8とホルダ兼電極18間でプラズマ状態にしているので、高周波電極8にも化学反応によって生成した膜が堆積し、これが邪魔をして高周波電極8からプラズマ26中へ電子が供給されにくくなり、プラズマ26の維持や安定性が悪くなる。

【0012】 ④ 高周波電極8付近のプラズマ26のシース部分にトラップ（捕捉）されていた、気相反応によるパーティクルが、高周波電力を切ってプラズマ26を消滅させたときにトラップ作用が無くなって、基板2に向かって拡散して基板2の表面に付着する。

【0013】 ⑤ 高周波電極8とホルダ兼電極18間のほぼ全体でプラズマ26が作られ、基板表面への成膜に寄与しない所、即ち基板表面から離れた所でも励起活性

種が作られて化学反応が進むため、基板への効率の良い成膜、即ち高速成膜が不可能である。

【0014】そこでこの発明は、基板表面および膜表面へのダメージの軽減、膜の組成比の制御、プラズマの安定性の向上、成膜速度の向上および基板に付着するパーティクルの抑制を可能にしたプラズマCVD装置を提供することを主たる目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、この発明のプラズマCVD装置は、内部にガスが導入されるものであって、上下に貫通している多数の貫通孔と前記ホルダ兼電極側の面に当該ガスを噴出させる多数のガス噴出孔とを有する中間電極を、前記高周波電極とホルダ兼電極との間に、両電極間の空間を仕切るように設け、この中間電極と高周波電極との間に高周波電力を供給するようにし、しかも前記真空容器内を真空排気するための排気口を前記ホルダ兼電極の裏側に位置するように設け、かつ前記高周波電極内に、膜を形成する原料となる原料ガスを除く全てのガスを導入してそれを当該電極のガス噴出孔から噴出させ、かつ前記中間電極内に、原料ガスまたはそれと希釈ガスとの混合ガスを導入してそれを当該電極のガス噴出孔から噴出させるようにしたことを特徴とする。

【0016】また、前記中間電極を真空容器から電気的に絶縁して設け、かつこの中間電極に前記ホルダ兼電極に対して直流のバイアス電圧を印加する電圧可変のバイアス電源を設けても良い。

【0017】

【作用】上記構成によれば、高周波電極と中間電極との間は、両電極間に高周波電力が供給されるので、プラズマが発生するプラズマ発生領域になり、中間電極とホルダ兼電極との間は、両電極間に高周波電力が供給されないため、プラズマが発生しないプラズマ非発生領域になる。

【0018】高周波電極のガス噴出孔から噴出させられた、原料ガスを除くガスは、上記プラズマ発生領域においてプラズマによって励起され、それによって励起活性種が作られる。

【0019】プラズマ発生領域で生成された励起活性種は、真空容器の排気口をホルダ兼電極の裏側に位置するように設けているので、排気中のガスの流れによって、中間電極の多数の貫通孔を通して、上記プラズマ非発生領域へと導かれる。

【0020】このプラズマ非発生領域へは、中間電極の多数のガス噴出孔から、原料ガスまたはそれと希釈ガスとの混合ガスが供給され、この原料ガスと上記励起活性種とが基板の表面近傍で化学反応を起こして基板の表面に膜が形成される。

【0021】その場合、上記バイアス電源を設けておいて、中間電極とホルダ兼電極間のバイアス電圧を制御す

ることにより、励起活性種中のイオン種の基板側への引き込みを制御することができるので、基板の表面近傍に到達するイオン種とラジカル種との割合を制御することができ、それによって成膜条件を変化させることも可能である。

【0022】

【実施例】図1は、この発明の一実施例に係るプラズマCVD装置を示す断面図である。図2は、図1中の中間電極の下面を拡大して部分的に示す平面図である。図3の従来例と同一または相当する部分には同一符号を付し、以下においては当該従来例との相違点を主に説明する。

【0023】この実施例においては、前述した真空容器4内であって高周波電極8とホルダ兼電極18との間に、両電極間の空間を仕切るように、中間電極30を設けている。

【0024】この中間電極30は、内部が空洞になっていて、何本かの（例えば四方からの4本の）ガス導入管36を経由して、真空容器4外から内部にガス40が導入される。この中間電極30の下面、即ちホルダ兼電極18側の面には、内部の空洞部につながっていて内部に導入されたガス40を噴出させる多数のガス噴出孔34が設けられている。またこの中間電極30には、上下に貫通している多数の貫通孔32が設けられている。勿論、この各貫通孔32と中間電極30の内部の空洞部とは仕切られている。

【0025】この中間電極30と高周波電極8との間には、前述した高周波電源24からマッチングボックス22を経由して高周波電力が供給される。そのため、この中間電極30は単に接地しておいても良い。あるいはこの実施例のように、ガス導入管36と真空容器4との間に絶縁物38を設けて中間電極30を真空容器4から電気的に絶縁しておき、かつ切換スイッチ41およびバイアス電源42を設けて、切換スイッチ41の切り換えによって、中間電極30をガス導入管36を介して接地したり、中間電極30にバイアス電源42からホルダ兼電極18に対して直流のバイアス電圧を印加できるようにしておいても良い。

【0026】このバイアス電源42は、出力電圧が可変であり、中間電極30に対して、正、負あるいは負から正までの電圧を印加することができる。

【0027】真空容器4内を真空排気するための排気口6は、ホルダ兼電極18の裏側に位置するように設けている。

【0028】またこの実施例では、高周波電極8内に、基板2を加熱するための環状に巻かれたヒータ48を、内側と外側の二重に設けている。50はそれらのカバーである。このヒータ48は、一重でも良いが、二重の方が基板加熱の均一性が良い。

【0029】またこの実施例では、従来例のようにプラ

ズマによって原料ガスを含む全てのガス中の原子、分子を活性化する方法を用いず、原料ガスを除くガスをプラズマによって活性化するようにしている。

【0030】即ち、高周波電極8内にガス導入管44を経由して、膜を形成する原料となる原料ガスを除く全てのガス（即ち、希釈ガスまたはそれと反応ガスとの混合ガス）46を導入して、このガス46を当該電極の多数のガス噴出孔10から、中間電極30との間の領域に噴出させるようにしている。また、中間電極30内にガス導入管36を経由して、原料ガスまたはそれと希釈ガスとの混合ガス40を導入して、このガス40を当該電極の多数のガス噴出孔34から、基板2との間の領域に噴出させるようにしている。

【0031】上記構成によれば、高周波電極8と中間電極30の間には高周波電源24から高周波電力が供給されるので、両電極間でプラズマ26が生成される。一方、中間電極30とホルダ兼電極18の間には、バイアス電源42からバイアス電圧が供給されることはあっても、高周波電力は供給されないで、両電極間にプラズマは生成されない。即ち、高周波電極8と中間電極30の間は、プラズマ26が発生するプラズマ発生領域になり、中間電極30とホルダ兼電極18の間は、プラズマが発生しないプラズマ非発生領域になる。

【0032】高周波電極8のガス噴出孔10から噴出させられた原料ガスを除くガス46は、上記プラズマ発生領域においてプラズマ26によって励起され、それによって励起活性種が作られる。

【0033】真空容器4の排気口6はホルダ兼電極18の裏側に位置するように設けているので、排気中のガスの流れは真空容器4の底部へ向かうようになり、このガスの流れによって、上記プラズマ発生領域で生成された励起活性種は、図1中に矢印Aで示すように、中間電極30の多数の貫通孔32を通して、中間電極30とホルダ兼電極18間の上記プラズマ非発生領域へと導かれる。

【0034】一方、このプラズマ非発生領域へは、中間電極30の多数のガス噴出孔34から、原料ガスまたはそれと希釈ガスとの混合ガス40が供給され、この原料ガスと上記励起活性種とが基板2の表面近傍で化学反応を起こして基板2の表面に膜が形成される。

【0035】このプラズマCVD装置の特徴を列挙すれば次のとおりである。

【0036】① プラズマ26が作られないプラズマ非発生領域で基板2に対して成膜を行うので、基板表面および基板2上の膜表面のプラズマによるダメージが軽減される。

【0037】② 高周波電極8および中間電極30から噴出させるガスの流量比を制御することが可能であり、それによって反応種の割合の制御が可能であり、その結果、膜の組成比および成膜速度の制御を行うことができ

る。

【0038】③ 高周波電極8と中間電極30の間には原料ガスが供給されないで、高周波電極8の近傍で化学反応が起こって高周波電極8に膜が堆積することではなく、従って高周波電極8からプラズマ26中へ電子が安定して供給されるので、プラズマ26の安定性が向上する。

【0039】④ 高周波電極8の近傍に原料ガスが行かないので高周波電極8の近傍で気相反応によるパーティクルが発生しない。従って、高周波電力を切ってプラズマ26を消滅させたときの基板2へのパーティクルの付着を大幅に抑えることができる。

【0040】⑤ 中間電極30とホルダ兼電極18との間でのみ、即ち基板2の表面近傍でのみ化学反応を起こさせるので、無駄な所での反応がなく、従って基板2に対する成膜速度が向上する。

【0041】⑥ この実施例のようにバイアス電源42を設けておいて、中間電極30とホルダ兼電極18間のバイアス電圧を制御することにより、励起活性種中のイオン種の基板2側への引き込みを制御することができる。その結果、基板2の表面近傍に到達するイオン種とラジカル種との割合を制御することができ、それによって成膜条件を変化させることも可能である。

【0042】⑦ 高周波電極8内には原料ガスを流さないで、高周波電極8内で化学反応が起こらないから、この実施例のように高周波電極8内に基板加熱用のヒータ48を内蔵することが可能である。その結果、中間電極30を介してではあるけれども、基板2を表面側からも加熱することが可能になり、より均一な温度分布を得ることができる。

【0043】次にこの発明のより具体的な実施例を説明する。

【0044】装置の構成として、高周波電極8と基板2間の距離を約300mm、中間電極30と基板2間の距離を約15mmとした。中間電極30は、高周波電極8の寸法(700mm×700mm)よりもやや大きい寸法のものとし、その貫通孔32の開孔率は約40%とした。また、中間電極30のガス噴出孔34は、基板2上にガス40をできるだけ均一に流せるように、中央部のものは真下に向け、両外側のものは内向きに設けた。中間電極30にガス40を導入するガス導入管36は、ガスの流量分布および温度分布の均一性を良くするため、4本の90度間隔に配置されたものを用いた。

【0045】成膜に際しては、基板2の加熱に、ホルダ兼電極18内のヒータ20と高周波電極8内のヒータ48とを用いた。モノシラン( $\text{SiH}_4$ )を用いた $\text{a-Si:H}$ 、 $\text{a-SiO}_2\text{:H}$ および $\text{a-Si}_3\text{N}_4\text{:H}$ の成膜において、真空容器4内の圧力(ガス圧)を300~900mTorrに設定し、またガスの流量は、原料ガスのプラズマ発生領域への逆流を防ぐために、高周波電極

8のガス噴出孔10から噴出するガス46の流量に対して、中間電極30のガス噴出孔34から噴出するガス40の流量が1/6~1/3程度になるようにした。

【0046】このとき用いたガスの種類等を表1に示\*

\*し、成膜の結果を図3に示したような従来例の装置と比較して表2に示す。

【0047】

【表1】

膜の種類	ガスの種類		基板温度 (°C)
	中間電極側	高周波電極側	
a-Si:H	SiH <sub>4</sub> 又は SiH <sub>4</sub> +H <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	約250
a-SiO <sub>x</sub> :H	SiH <sub>4</sub> +H <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	約300
a-SiN <sub>x</sub> :H	SiH <sub>4</sub> +H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	約350

【0048】

※ ※【表2】

	従来例の装置	実施例の装置
成膜速度 (Å/s) (a-Si:Hの場合)	5~12	30以上
組成比の制御 (a-SiN <sub>x</sub> :Hの場合)	困難	容易
パーティクル量 (a-SiN <sub>x</sub> :Hの場合)	大	従来例の 約1/3以下
膜中の水素濃度の制御	困難	容易

【0049】この表2にも示すように、実施例の装置によれば、従来例の装置に比べて、成膜速度が約2倍以上に向上し、基板2に付着するパーティクルの量が約1/3以下に抑えられている。また、実施例の装置によれば、ガスの流量比を変化させることができるので、膜の組成比の制御および膜中の水素濃度の制御も容易である。

【0050】

【発明の効果】この発明は、上記のとおり構成されているので、次のような効果を奏する。

【0051】① プラズマが作られないプラズマ非発生領域で基板に対して成膜を行うので、基板表面および基板上の膜表面のプラズマによるダメージが軽減される。

【0052】② 高周波電極および中間電極から噴出させるガスの流量比を制御することが可能であり、それによって反応種の割合の制御が可能であり、その結果、膜の組成比および成膜速度の制御を行うことができる。

【0053】③ 高周波電極と中間電極の間には原料ガスが供給されないため、高周波電極の近傍で化学反応

が起こって高周波電極に膜が堆積することがなく、従って高周波電極からプラズマ中へ電子が安定して供給されるので、プラズマの安定性が向上する。

【0054】④ 高周波電極の近傍に原料ガスが行かないので高周波電極の近傍で気相反応によるパーティクルが発生しない。従って、高周波電力を切ってプラズマを消滅させたときの基板へのパーティクルの付着を大幅に抑えることができる。

【0055】⑤ 中間電極とホルダ兼電極との間でのみ、即ち基板の表面近傍でのみ化学反応を起こさせるので、無駄な所での反応がなく、従って基板に対する成膜速度が向上する。

【0056】⑥ バイアス電源を設けておいて、中間電極とホルダ兼電極間のバイアス電圧を制御することにより、励起活性種中のイオン種の基板側への引き込みを制御することができる。その結果、基板の表面近傍に到達するイオン種とラジカル種との割合を制御することができ、それによって成膜条件を変化させることも可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の一実施例に係るプラズマCVD装置を示す断面図である。

【図2】 図1中の中間電極の下面を拡大して部分的に示す平面図である。

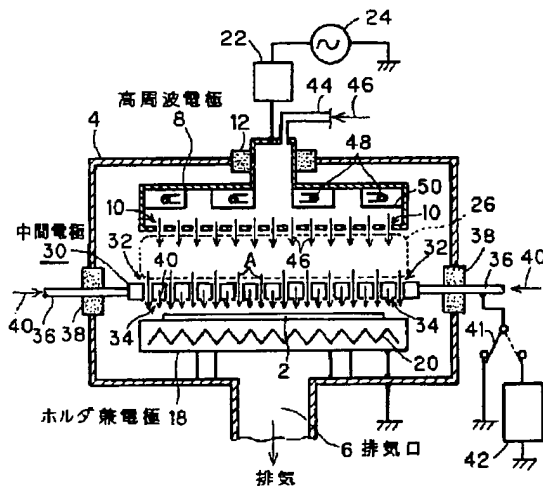
【図3】 従来のプラズマCVD装置の一例を示す概略断面図である。

【符号の説明】

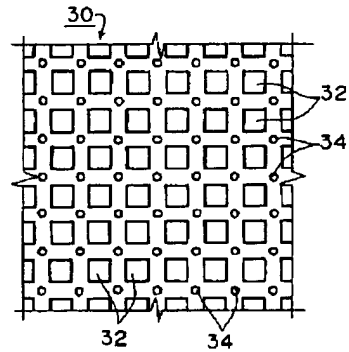
2 基板  
4 真空容器  
6 排気口  
8 高周波電極

10 ガス噴出孔  
18 ホルダ兼電極  
24 高周波電源  
26 プラズマ  
30 中間電極  
32 貫通孔  
34 ガス噴出孔  
36 ガス導入管  
40 ガス  
42 バイアス電源  
44 ガス導入管  
46 ガス

【図1】



【図2】



【図3】

